(19)【発行国】日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)【公開番号】特開2002－184430(P2002－184430A)
(43)【公開日】平成14年6月28日(2002. 6. 28)

(51)【国際特許分類第７版】
H01M 8/02
8/10
【ＦＩ】
H01M 8/02 R
8/10

【審査請求】未請求【請求項の数】10【出願形態】OL【全頁数】8

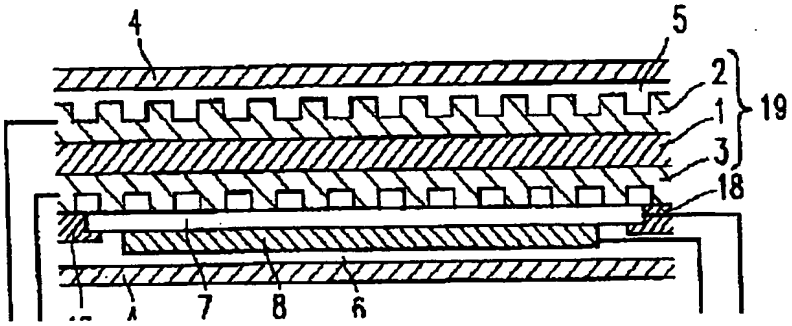
(21)【出願番号】特願2000－378186(P2000－378186)
(22)【出願日】平成12年12月12日(2000. 12. 12)

(71)【出願人】
【識別番号】000005049
【氏名又は名称】シャープ株式会社
【住所又は居所】大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(72)【発明者】
【氏名】西村 和仁
【住所又は居所】大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
(72)【発明者】
【氏名】榎本 和弘
【住所又は居所】大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
(72)【発明者】
【氏名】山本 紀征
【住所又は居所】大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内
(74)【代理人】
【識別番号】100078282
【弁理士】
【氏名又は名称】山本 秀策

【テーマコード(参考)】
5H026
【Fターム(参考)】
5H026 AA06 AA08 CC03 CX04 EE18

(54)【発明の名称】燃料電池

(57)【要約】
【課題】電極の導電性を低下させずに電極における過剰水分を効率良く除去し、電極にガスを安定して供給することが可能な燃料電池を提供する。
【解決手段】固体電解質膜1の一方の面に燃料極2、他方の面に酸化剤極3を備え、燃料極2側に燃料ガス



流路5、酸化剤極3側に酸化剤ガス
流路6を備えた燃料電池セルにおいて、燃料ガス流路5および酸化剤ガス流路6のうちの少なくとも一方に、振動板7と圧電素子8からなる振動手段を備えている。圧電素子8は印加される駆動電圧に応じて変位を生じ、振動板7は圧電素子8の変位を受けて固体電解質膜1に振動を与えるか、または圧電素子8の変位を受けて振動し、燃料ガス流路5または酸化剤ガス流路6に風を起こす。

【特許請求の範囲】
【請求項1】固体電解質膜の一方の面に正極を備えると共に他方の面に負極を備え、該正極に面して燃料ガス流路を備えると共に該負極に面して酸化剤ガス流路を備えた燃料電池セルにおいて、該燃料ガス流路および該酸化剤ガス流路のうちの少なくとも一方に少なくとも一つの振動手段を備えていることを特徴とする燃料電池。
【請求項2】前記振動手段は、印加される駆動電圧に応じて変位を生じる圧電素子と、該圧電素子の下地基板であって、該圧電素子の変位を受けて前記固体電解質膜に振動を与える振動板とからなる請求項1に記載の燃料電池。
【請求項3】前記振動板および圧電素子は、前記正極上または前記負極上に電極面と並行に積層されている請求項2に記載の燃料電池。
【請求項4】前記振動手段は、印加される駆動電圧に応じて変位を生じる圧電素子と、該圧電素子の下地基板であって、該圧電素子の変位を受けて振動し、前記燃料ガス流路または前記酸化剤ガス流路に風を起こす振動板とからなり、該圧電素子および該振動板が前記正極または前記負極に接触せずに配置されている請求項1に記載の燃料電池。
【請求項5】前記圧電素子がPZT膜からなる請求項2乃至請求項4のいずれかに記載の燃料電池。
【請求項6】前記圧電素子および前記振動板のうちの少なくとも一方は、ガスおよび水分のうちの少なくとも一方を透過させる機能を有する請求項2乃至請求項5のいずれかに記載の燃料電池。
【請求項7】前記圧電素子および前記振動板のうちの少なくとも一方が、複数の貫通孔を有する請求項2乃至請求項6のいずれかに記載の燃料電池。
【請求項8】前記圧電素子および前記振動板のうちの少なくとも一方が、表面に撥水性被膜を有する請求項2乃至請求項7のいずれかに記載の燃料電池。
【請求項9】前記撥水性被膜がシリコーン樹脂からなる請求項8に記載の燃料電池。
【請求項10】前記撥水性被膜が架橋構造を有する高分子膜からなる請求項8に記載の燃料電池。

【発明の詳細な説明】
【0001】
【発明の属する技術分野】本発明は、発電効率を向上させた燃料電池に関する。
【0002】
【従来の技術】図6は、従来の固体高分子電解質膜を用いた燃料電池における単位セルの構成を示す断面図である。この燃料電池において、固体高分子電解質膜101は、その両面に触媒層が密着するように多孔質電極により挟持されている。このうち、燃料が供給される側の電極が燃料極102であり、酸化剤(空気)が供給される側の電極が酸化剤極103である。両電極102、103と、その両側に配置されている一対のガス不透過性板104との間に、燃料ガス流路105および酸化剤ガス流路106が形成されている。このように構成された単位セルの出力電圧は1V以下と低いため、所望の出力電圧を得るためには単位セルを複数積層して燃料電池スタックが形成される。
【0003】上記燃料極102および酸化剤極103は、触媒活性物質を含む触媒層が導電性を有する多孔質の電極基材により支持された構造である。複数の並行な溝からなる燃料ガス流路105から電極基材を透過して燃料極102に供給される燃料としての水素と、酸化材ガス通路106から酸化剤極103に供給される酸化剤としての酸素とは、各々の触媒層において、電解質／触媒／反応ガスの三相界面を形成し、以下の反応式(1)および(2)で示されるような反応が進行する。
【0004】燃料極：$H_2 \rightarrow 2H^+ + 2e^-$ ・・・(1) 酸化剤極：$2H^+ + 2e^- + (1/2)O_2 \rightarrow H_2O$ ・・・(2)
すなわち、燃料極102側では上記式(1)に示すように水素分子を水素イオンと電子に分解する電気化学反応が行われ、酸化剤極103側では上記式(2)に示すように水素イオンと電子と酸素から水を生成する電気化学反応が行われる。燃料極102側で上記式(1)の反応により生成した水

素イオンは、水分子との水和状態で固体高分子電解質膜101を透過し、酸化剤極103側で上記式(2)の反応に供される。
【0005】これらの反応を連続的に行うためには、燃料極102および酸化剤極103へ反応物質を連続的に供給すると共に、電極付近から生成物質を速やかに取り除く必要がある。具体的には、酸化剤極103では酸素を連続的に供給すると共に生成物質である水を取り除く必要があり、水分の除去が速やかに行われなければ、水が電極付近に滞留して酸化剤極103におけるガス透過性が低下し、電極反応が低下してしまう。このような酸化剤極での水分滞留を防止するために、電極に種々の工夫が試みられている。
【0006】例えば、特開平7－326361号には、電解質膜を挟んで対向する電極を、導電性およびガス透過性を有する電極基材と、吸水性を有する吸水性材料とを用いて形成することにより、上記(式2)の反応により電極中または電極表面に生成した水分を積極的に吸収して、電極から水分を除去する方法が提案されている。この構造によれば、電極基材単独の場合に比べて多量の水分を吸水することができるので、電極における過剰水分の除去効率が向上するとされている。
【0007】
【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記特開平7－326361号に提案されている方法では、吸水性材料の吸水能力の限界を超えるか、または負荷が急増して生成される水の量が急増する等の原因により、電極表面が水分で濡れてしまった場合、過剰水分の除去能力が飽和してしまう。その場合には、電極におけるガスの拡散が阻害されて濃度分極が起こり、電池性能の低下が生じる。
【0008】さらに、この構造は、カソード(酸化剤極)の電極基材である多孔質カーボン中に体積比率にして20%程度の架橋ポリアクリル酸塩等の吸水性微粒子を分散保持させたものであるが、吸水性微粒子の配合比率と電極の導電性はトレードオフの関係であるため、吸水能力を高くするために吸水性微粒子の配合比率を高くすると、電極の導電性の低下、さらには内部抵抗増加によるエネルギー損失を招くことになる。
【0009】本発明は、このような従来技術の課題を解決するためになされたものであり、電極の導電性を低下させずに電極における過剰水分を効率良く除去し、電極にガスを安定して供給することが可能な燃料電池を提供することを目的とする。
【0010】
【課題を解決するための手段】本発明の燃料電池は、固体電解質膜の一方の面に正極を備えると共に他方の面に負極を備え、該正極に面して燃料ガス流路を備えると共に該負極に面して酸化剤ガス流路を備えた燃料電池セルにおいて、該燃料ガス流路および該酸化剤ガス流路のうちの少なくとも一方に少なくとも一つの振動手段を備えていることを特徴とし、そのことにより上記目的が達成される。
【0011】前記振動手段は、印加される駆動電圧に応じて変位を生じる圧電素子と、該圧電素子の下地基板であって、該圧電素子の変位を受けて前記固体電解質膜に振動を与える振動板とからなっていてもよい。
【0012】前記振動板および圧電素子は、前記正極上または前記負極上に電極面と並行に積層されていてもよい。
【0013】前記振動手段は、印加される駆動電圧に応じて変位を生じる圧電素子と、該圧電素子の下地基板であって、該圧電素子の変位を受けて振動し、前記燃料ガス流路または前記酸化剤ガス流路に風を起こす振動板とからなり、該圧電素子および該振動板が前記正極または前記負極に接触せずに配置されていてもよい。
【0014】前記圧電素子がPZT膜からなっていてもよい。
【0015】前記圧電素子および前記振動板のうちの少なくとも一方は、ガスおよび水分のうちの少なくとも一方を透過させる機能を有するのが好ましい。
【0016】前記圧電素子および前記振動板のうちの少なくとも一方が、複数の貫通孔を有していてもよい。
【0017】前記圧電素子および前記振動板のうちの少なくとも一方が、表面に撥水性被膜を有するのが好ましい。
【0018】前記撥水性被膜がシリコーン樹脂からなっていてもよい。
【0019】前記撥水性被膜が架橋構造を有する高分子膜からなっていてもよい。
【0020】以下に、本発明の作用について説明する。なお、以下の説明において、電極とは燃料極または酸化剤極を示し、ガスとは燃料ガスまたは酸化剤ガスを示し、水分とは水を主体とした液体および噴霧体を示すものとする。

【0021】請求項1に記載の本発明にあっては、燃料電池運転中に燃料電池セルのガス流路内に備えた振動手段が振動するため、燃料極（負極）および酸化剤極（正極）に固体電解質膜が挟持されてなる電池反応層の振動、またはガス流路内への通風を行うことができる。この振動手段の振動により、電池反応層の酸化剤極側に生成する水分は、酸化剤極表面から飛散して除去される。生成した水分が速やかに電極表面から取り除かれるため、酸化剤極内へのガスの拡散が水分によって阻害されることはなくなる。また、上記振動手段によるガス流路への通風により、燃料極または酸化剤ガス極へのガス供給が途絶えることがなくなり、電極内へのガスの拡散が促進される。その結果、電極内部におけるガス不足に起因する濃度分極が小さくなり、燃料電池の発電効率が上昇する。この振動手段は、燃料ガス流路の片側の壁である燃料極もしくは酸化剤燃料ガス流路の片側の壁である酸化剤極に密着させて配置してもよく、または燃料極もしくは酸化剤極から所定の距離だけ離して配置してもよい。

【0022】請求項2に記載の本発明にあっては、振動板の上に圧電素子を形成し、圧電素子の変形が振動板を介して固体電解質膜に伝達されるように振動板を配置する。固体電解質膜は、燃料極および酸化剤極と密着して一体となって電池反応層を構成しているので、振動板にて発生した振動は電池反応層全体を振動させる。圧電素子は、駆動回路から印加される駆動電圧信号に応じて変形するので、駆動回路は振動板から適切な振動が得られるような駆動電圧信号を生成して圧電素子に印加する。この構成では、振動板にて発生した振動は電池反応層全体に伝わり、酸化剤極表面の水分を飛散させる。特に、燃料電池が高電流密度の運転状態で水分の生成量が多い場合でも、水分が生成される酸化剤極自体が振動して水分を飛散させることにより、高い水分除去能力を発揮することができる。また、振動手段の駆動に圧電素子を利用することにより、板状に薄く形成することができるため、振動手段を設けることによる燃料電池セル自体の体積増加は殆ど生じない。さらに、振動板を介して直接固体電解質膜に振動を与えることができるので、振動を伝達するための複雑な機構が不要であり、部品数の増加を抑えることができる。

【0023】請求項3に記載の本発明にあっては、振動板はこれに近い側の電極と並行に接触して配置され、その振動を電極および固体電解質膜に伝える。圧電素子は振動板上に形成されているので、電極上に振動板および圧電素子が積層して配置された構成となる。この構成では、圧電素子に生じる変位を有効に電極に伝えて固体電解質膜および電極を振動させることができる。また、振動板および圧電素子はガス流路内に配置されるので、振動板および圧電素子が無い場合と同じガス流路を確保するためにはガス流路を広くする必要があるが、電極上に振動板および圧電素子を積層することにより、ガス流路の拡張幅を最小限に抑えると共に、燃料電池セルの厚さの増加を抑えることができる。

【0024】請求項4に記載の本発明にあっては、振動板および圧電素子を電極から離してガス流路内に配置され、圧電素子の変位により振動板が燃料極または酸化剤極に対して通風を行う。振動板は、燃料極または酸化剤極に対して風が到達し易い位置に配置される。この構成では、圧電素子により駆動される振動板により電極に通風を行うので、電極表面に対するガス供給を途絶えることなく行うことができる。従って、燃料電池が高電流密度の運転状態であっても、電極内部におけるガス不足に起因する濃度分極の増加を防ぐことができる。また、酸化剤極に対する通風は、酸化剤極に生成する水分の飛散または気化を促進するため、振動手段は電極へのガス供給だけではなく、水分除去の機能も果たす。酸化剤極へのガス供給および水分除去の両方を振動手段により達成することができるため、部品数の増加を抑えることができる。さらに、燃料極側に副生成ガスとしてCO_2が発生するダイレクトメタノール型燃料電池の場合には、振動手段による燃料極への通風により、燃料ガスの供給を行うと共にCO_2ガスの除去を行うことができるので、燃料極内での燃料ガス不足を防ぐことができる。

【0025】請求項5に記載の本発明にあっては、圧電素子がPZT（チタン酸ジルコン酸鉛）膜からなる。PZT膜は圧電性セラミック膜であり、強誘電性を有するPZTは膜中で積層方向に分極しているため、印加される電圧に応じて圧電ひずみを生じる。この圧電ひずみにより振動板を振動させることができる。このPZT膜は、ゾルゲル法等により比較的低い焼成温度で作製することができる。また、PZTは－200℃～200℃の広い温度範囲で圧電材料として満足な特性を示すため、例えば室温～100℃以下で動作する固体高分子電解質型燃料電池において、燃料電池セル内で使用可能な圧電素子材料として適している。

【0026】請求項6に記載の本発明にあっては、圧電素子および振動板のうちの少なくとも一方は、ガスおよび水分のうちの少なくとも一方を透過させる機能を有する。従って、ガス流路から電極へのガス流入を阻害せず、また、酸化剤極側に生成する水分はその振動板や圧電素子を通過して系外に排出することができる。従って、電極内部が常に電池反応に適した状態に保たれ、燃

料電池の発電効率が向上する。
【0027】請求項7に記載の本発明にあっては、圧電素子および振動板のうちの少なくとも一方に、複数の貫通孔を設けているので、ガスまたは水分ガスおよび水分のうちの少なくとも一方が貫通孔の内部を自由に通過することができる。貫通孔を設ける方法としては、例えば、金属板をプレス機械により打ち抜き加工した後、その上に圧電素子を形成する方法や、金属板上に圧電素子を形成した後に打ち抜く方法等が挙げられる。後者の方法は焼成して形成した圧電性セラミック膜に対して打ち抜きにより過度の応力がかかるため、圧電素子を損傷させるおそれがあり、製造歩留まりに問題が生じるので、前者の方法がより望ましい。さらに、金属板に複数の並行なスリットを加工した後、延伸して多数の貫通孔を形成した、いわゆるエキスパンドメタル上に圧電素子を作製するという方法でも、貫通孔を有する振動板および圧電素子を作製することができる。
【0028】請求項8に記載の本発明にあっては、圧電素子および振動板のうちの少なくとも一方が、表面に撥水性被膜を有しているので、その振動板や圧電素子は水分をほとんど保持しない。この場合、生成した水分が拡散状から凝固状の形態を取り易くなり、水分除去を容易に行うことができる。なお、ここで言う撥水性とは、後退接触角が70°以上のものを指す。このような撥水性被膜としては、フッ素系樹脂(例えばパーフルオロブチルエチレン樹脂およびその共重合体、トリフルオロエチルメタクリレート樹脂およびその共重合体、フッ化ビリニデン樹脂およびその共重合体等)、シリコーン樹脂(例えばメチル水素シリコーン樹脂およびその共重合体、ジメチルシリコーン樹脂およびその共重合体、フェニルメチルシリコーン樹脂およびその共重合体等)が代表的なものとして挙げられる。特に、請求項9に記載の本発明にあっては、撥水性被膜がシリコーン樹脂からなるため、被膜形成も比較的容易であり、かつ、撥水性だけではなく耐候性にも優れ、振動板および圧電素子の表面が熱等により劣化しにくい。さらに、請求項10に記載の本発明にあっては、これらの樹脂を架橋した高分子膜を撥水性被膜として用いることにより、耐熱性が向上して光や熱による劣化が生じ難くなり、撥水性被膜の長寿命化を図ることができる。
【0029】
【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。
【0030】(実施形態1)図1は、本発明の一実施形態である固体高分子型燃料電池の基本的なセル構造を示す模式図である。この燃料電池セルは、膜状の電解質である固体高分子電解質膜1と、その固体高分子電解質膜の膜面に密着した燃料極2および酸化剤極により構成される電池反応層19と、各セルを仕切るガス不透過性板4と、薄板状の振動板7の上に固着された圧電素子8と、その圧電素子8を駆動する駆動回路9により構成されている。
【0031】振動板7は、その縁を固定部材18により燃料電池セルの筐体に固定され、その部分が振動板7の振動の支点となる。また、固定部材18は、電池反応層19の振動を妨げないように、電池反応層19側には固定されずに設置されている。さらに、固定部材18と振動板7を一体成形することにより、部品数や製造工程を減らすことができる。
【0032】この燃料電池セルにおいては、上記燃料極2とガス不透過性板4の間を燃料ガス流路5とし、上記酸化剤極3とガス不透過性板4の間を酸化剤ガス流路6としている。
【0033】固体高分子電解質膜1は、水素イオンに対するイオン交換基としてスルホン基を有する陽イオン交換膜である。例えば、パーフルオロカーボンスルホン酸高分子樹脂等、フッ素系高分子樹脂からなる陽イオン交換膜を用いることができる。燃料電池における電気化学反応は電極と電解質との界面で起こるため、高分子電解質膜1の電気化学的特性は燃料電池の電流ー電圧特性に大きな影響を与える。特に、薄膜化することにより積層方向の抵抗が減少するため、電流ー電圧特性を向上させることができる。上述した樹脂の場合には、膜厚が50ìm～200ìm程度になるように作製する。イオン導電率は25℃で5×10-2～1×10-1(Ù·cm)-1程度であるので、上記膜厚の単位面積当たりの抵抗は0.05～0.4Ù程度となる。
【0034】燃料極2および酸化剤極3は、両電極とも電極反応がガス拡散律速とならないように、ガス拡散性の良い多孔質構造を有するグラファイトを電極基材としている。各電極の反応層面側、すなわち、固体高分子電解質膜1と接する面には触媒反応層が形成され、電極内の触媒反応層はグラファイト中に10～30wt%の白金が触媒として担持されている。電極反応には電解質／触媒／反応ガスの3相界面を充分に確保する必要があるため、電極の触媒反応層は上記固体高分子電解質膜1と密着して形成される。例えば、燃料極2と酸化材極3の2枚の電極シートにより固体高分子電解質膜1を挟み、40～400kg／cm2程度の加圧下で100～200℃でホットプレスすることにより、電極シートと固体高分子電解質膜1を接合して一体化する。
【0035】圧電素子8は、弾性率の高い金属板(振動板7)上に積層されている。このような金属板としては、例えば厚さ10～50ìmのステンレス板等を用いることができる。圧電素子8の下地基板

である振動板7は、酸化剤極3に接して配置され、圧電素子8の変位を酸化剤極3側に伝達する。この振動板7および圧電素子8により、酸化剤ガス流路6から酸化剤極3へのガス導通または酸化剤極3から酸化剤ガス流路6への水分導通を妨げてしまうと、電極での電池反応がスムーズに進行しないため、上記振動板7には貫通孔を設けてある。この貫通孔は、例えば直径1mm以上の円形孔であり、2～3mm間隔で円形孔が打ち抜かれたパンチングメタルを振動板7として用いることができる。

【0036】また、圧電素子8は厚さ10～50μm程度のPZT膜からなり、チタン、ジルコニウム、鉛のアルコキシドまたはアセテートを酸で加水分解したゾルをスピンコートまたはディップコートにより下地基板上に塗布した後、300～600℃で焼成することにより得られる。その後、PZT膜上にスパッタリング法または真空蒸着法等により数μmの厚みのアルミニウム上部電極を形成する。上記振動板7は圧電素子8の下部電極としても機能し、振動板7と圧電素子8のアルミニウム上部電極との間に駆動回路9からの駆動電圧信号が印加されることにより圧電素子8が振動する。

【0037】本実施形態では、ダイレクトメタノール燃料電池を構成する固体高分子電解質膜1として、パーフルオロカーボンスルホン酸高分子樹脂であるNafion（米国デュポン社製、商品名Nafion117）を用いる。

【0038】また、燃料極2および酸化剤極3は、各々グラファイト中に3．6mg／cm2の白金ルテニウム合金、および1．1mg／cm2の白金が触媒として担持されている。これら2枚の電極シートを50mm×50mmの正方形に切断し、5%Nafion溶液（ナフィオン樹脂をアルコールと水の混合溶媒に溶解させたもの）を塗布して固体高分子電解質膜1と貼り合わせ、200kg／cm2の圧力で100℃のホットプレスで接合している。

【0039】さらに、圧電素子8は、直径1mmの円形孔を3mm間隔で打ち抜いたパンチングメタルのステンレス板（厚さ10μm）上に、20μmの厚さに作製する。本実施形態では、酢酸鉛を酢酸に溶かした後、さらにジルコニウムテトラブトキシドおよびチタンテトライソプロポキシドを溶解させ、水と少量のジエチレングリコールを加えて撹拌し、加水分解することによりPZTを得る。その後、ポリエチレングルコールモノメチルエーテルをPZTに対して10wt%添加し、撹拌して得たゾルをディップコートにより塗布した後、400℃で加熱してPZT膜を作製する。さらに、PZT膜上にスパッタリング法により1μmの厚さのアルミニウム膜を作製し、圧電素子8の上部電極とする。

【0040】上記圧電素子8の駆動回路9は、以下のような構成を有する。燃料電池単セルは、燃料極2を負極、酸化剤極3を正極として0．4～0．9Vの電圧を出力するので、この出力電圧を制御部電源回路10に入力し、この制御部電源回路10から波形出力部11および圧電素子駆動部12に一定の電源電圧（Vcc＝3．3V）を供給する。同様に、燃料極2と酸化剤極3との間の燃料電池出力電圧は駆動用電源回路13にも入力され、この駆動用電源回路13は圧電素子駆動部12に圧電素子駆動用電圧（Vp～20V）を供給する。波形出力部11では圧電素子を駆動する矩形電圧波形が生成され、圧電素子駆動部12は入力された駆動電圧波形に従って、波高値Vpの電圧を圧電素子8に印加して圧電素子8を駆動する。

【0041】図2に、上記波形出力部11および圧電素子駆動部12の詳細な構成を示す。波形出力部11では、駆動用IC14により圧電素子8を充電するための駆動電圧信号Vc、および圧電素子8を放電させるための駆動電圧信号Vdが生成され、各々圧電素子駆動部12内のトランジスタTr1およびTr3に入力される。なお、図中のVnは燃料電池の負極、すなわち、燃料極側の電位である。

【0042】次に、圧電素子駆動部12の動作を説明する。圧電素子充電時には、駆動電圧信号Vcがハイレベルになると（時刻t＝t1）Tr1がオンし、それによりTr2がオンされる。これにより、駆動用電源回路13から供給される電圧VpがTr2およびリアクトルLを介して圧電素子8に印加され、圧電素子8は充電されると共に変位（伸長）を開始する。この後、駆動電圧信号Vdがハイレベルになると（時刻t＝t2）Tr3がオンし、圧電素子8の電荷はリアクトルLおよびTr3を介して放電され、圧電素子8の変位は初期状態に復帰する。

【0043】図3に、上記駆動電圧信号Vc、Vdおよび圧電素子8に印加される電圧Vpiezoを示す。駆動用IC14からの駆動電圧信号に従ってこのような充放電を繰り返すことにより、圧電素子8を振動させることができる。

【0044】燃料電池の運転状態においては、上記圧電素子8は常に振動しており、この圧電素子8の振動は振動板7により酸化剤極7側に伝達される。この振動によって酸化剤極7表面の水分は振動板7および圧電素子8の貫通孔を通過して酸化剤ガス流路6側に霧状に飛散される。

【0045】本実施形態において、振動板7および圧電素子8は酸化剤極7側に配置したが、燃料極2側に配置してもよい。すなわち、振動板7を燃料極2に接するように燃料ガス流路5内に配置した

場合でも、この振動板7は燃料極2を振動させると共に固体高分子電解質膜1および酸化剤極3を振動させるので、その振動により酸化剤極3表面の水分を飛散させることができる。さらに、振動板7および圧電素子8に貫通孔を設けることにより、燃料ガス流路5内で燃料極2へのガス供給を妨げることはない。

【0046】(実施形態2)図4は本実施形態の固体高分子型燃料電池のセル構造を示す模式図である。実施形態1との相違点は、振動板7の上に積層型圧電素子15を形成した点である。積層型圧電素子15は、10ｉｍのPZT膜および1ｉｍのアルミニウム電極16、17からなる圧電素子を5層積層したものである。

【0047】アルミニウム電極16は振動板7と同電位であり、実施形態1と同様に、振動板7とアルミニウム電極17との間に駆動回路9からの駆動電圧信号が印加されて積層型圧電素子15を駆動する。

【0048】本実施形態では、積層型圧電素子を用いることにより、単層の場合と比べて積層により合計で5倍の変位が得られるので、各圧電素子層の変位量が実施形態1の場合の5分の1で良い。圧電素子の変位は素子に印加される電界強度に比例するので、アルミニウム電極に印加する電圧を約5分の1に抑えることができるため、上記駆動用電源回路13が供給する圧電素子駆動用電圧Vpの低電圧化を図ることができる。

【0049】(実施形態3)図5は本実施形態の固体高分子型燃料電池のセル構造を示す模式図である。実施形態1との相違点は、振動板7および圧電素子8を2つ用い、その片側の縁を固定部材18により固定して、酸化剤極3と接触しないようにした点である。

【0050】本実施形態では、振動板7および圧電素子8が酸化剤極3に接していないため、酸化剤極3への酸化剤ガスの導通性が実施形態1および実施形態2と比べて改善される。また、振動板7および圧電素子8は片側を固定部材18により固定されているため、団扇として動作し、その振動により酸化剤極3への通風を効率良く行うことができる。よって、電極へのガス供給と共に電極表面の水分の飛散または気化の促進という2つの機能を発揮することができる。さらに、固体高分子電解質膜1、燃料極2および酸化剤極3から構成される電池反応層を振動させないので、実施形態1および実施形態2において電池反応層に要求されるほどの機械的強度が、本実施形態では不要になり、振動によるひずみや劣化等のおそれも無くなる。

【0051】なお、本実施形態において、この振動板7および圧電素子8の数をさらに増やして各々を固定部材18により固定した構成としてもよい。また、振動板7と固定部材18とを一体成形することにより、より部品数を減らすことができる。さらに、本実施形態では、団扇としての動作による通風効果を向上させるために、振動板7および圧電素子8に貫通孔を設けない構成としてもよい。

【0052】(実施形態4)本実施形態では、振動板および圧電素子8の少なくとも一方の表面に、撥水性被膜を形成した例について説明する。実施形態1～実施形態3との相違点は、振動板7および圧電素子8を一体に作製した後、これらにシリコーン樹脂による撥水性被膜を施した点である。

【0053】シリコーン樹脂は、耐熱性が高く、化学的に不活性である等の特徴を有するが、本実施形態では特に耐熱性が高い(印加点275℃)アルコール性シリコーン樹脂エマルジョンを用いて撥水性被膜を作製する。まず、ポリカーボネート樹脂のテトラヒドロフラン溶液(固形分10wt%)にフェニルメチルシリコーン樹脂(東レ・ダウコーニングシリコーン(株)製、商品名SH510、フェニル化度25mol%)を添加混合して、コーティング剤組成物を調整する。得られたコーティング剤組成物を振動板7と圧電素子8の一体化した板に塗布した後、室温で1時間風乾する。次に、これを150℃で1時間加熱し、膜厚0．5ｉｍのシリコーン樹脂被膜を得る。

【0054】本実施形態では、シリコーン樹脂被膜の撥水効果により、振動板7および圧電素子8上の水分が水滴状になり易いため、振動板7の振動による水分除去の効果が向上する。また、シリコーン樹脂は耐熱性が高いため、固体高分子型燃料電池のセル内の温度が100℃付近まで上昇しても、撥水性被膜の劣化が殆ど生じない。さらに、フェニルメチルシリコーン樹脂は絶縁性も高いため、燃料電池セル内における電極と振動板7、または電極と圧電素子8の短絡のおそれがないので、安全性が向上する。

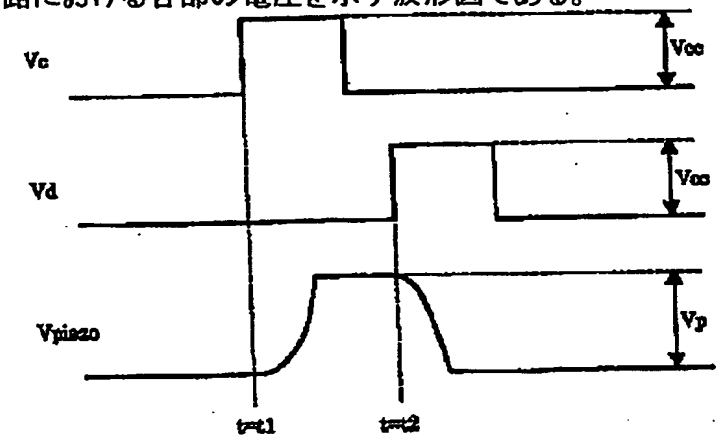
【0055】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明によれば、圧電素子と振動板等により構成される振動手段により、燃料電池の電極および固体電解質膜を振動させて、電極表面の水分除去を効率良く行うことができる。また、圧電素子や振動板にガスや水分を通過できる貫通孔を設けることにより、電極へのガス供給を妨げることなく、効率良く水分を電極から除去することができる。また、振動板を団扇のように動作させて風を起こすことにより、電極へのガス供給と共に電極表面の水分の飛散または気化を促進することができる。さらに、圧電素子や振動板に撥水性被膜を設けるこ

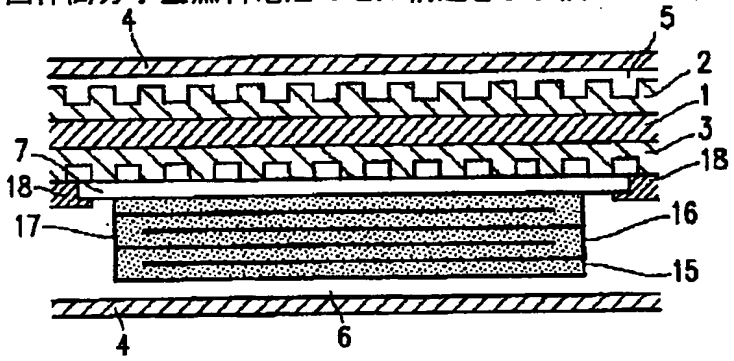
とにより、電極から水分を効率良く除去することができる。本発明によれば、電極表面への水分付着によって電極内部へのガス拡散量が不足することにより生じる濃度分極を抑えて、燃料電池の発電効率を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】
【図1】実施形態1の固体高分子型燃料電池のセル構造を示す模式図である。
【図2】図1の圧電素子を駆動する駆動回路の構成を示す回路図である。
【図3】図2の駆動回路における各部の電圧を示す波形図である。
【図4】実施形態2の固体高分子型燃料電池のセル構造を示す模式図である。
【図5】実施形態3の固体高分子型燃料電池のセル構造を示す模式図である。
【図6】従来の固体高分子型燃料電池のセル構造を示す模式図である。
【符号の説明】1、101 固体高分子電解質膜2、102 燃料極3、103 酸化剤極4、104 ガス不透過性基板5、105 燃料ガス流路6、106 酸化剤ガス流路7 振動板8 圧電素子9 駆動回路10 制御部電源回路11 波形出力部12 圧電素子駆動部13 駆動用電源回路14 駆動用IC15 積層型圧電素子16、17 アルミニウム電極18 固定部材19 電池反応層

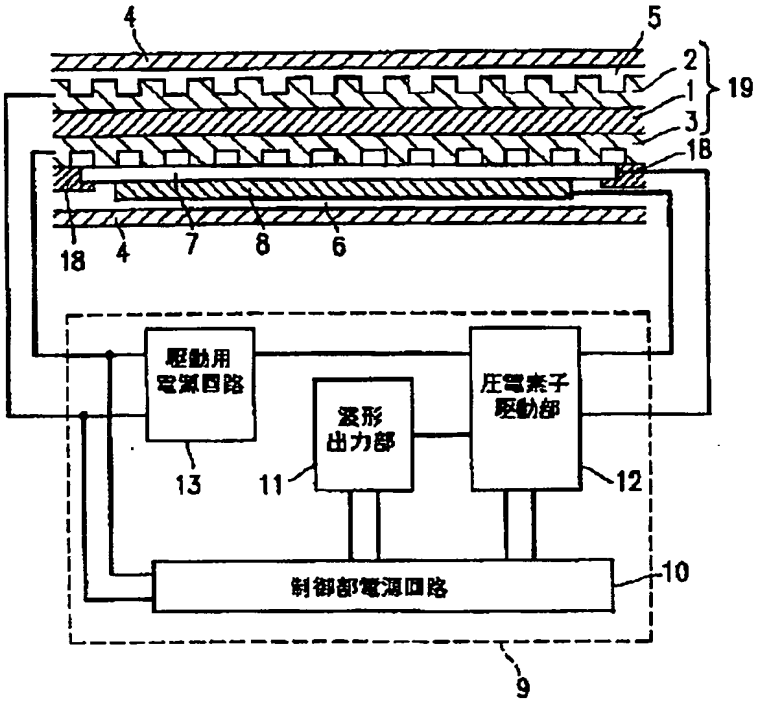
【図3】図2の駆動回路における各部の電圧を示す波形図である。



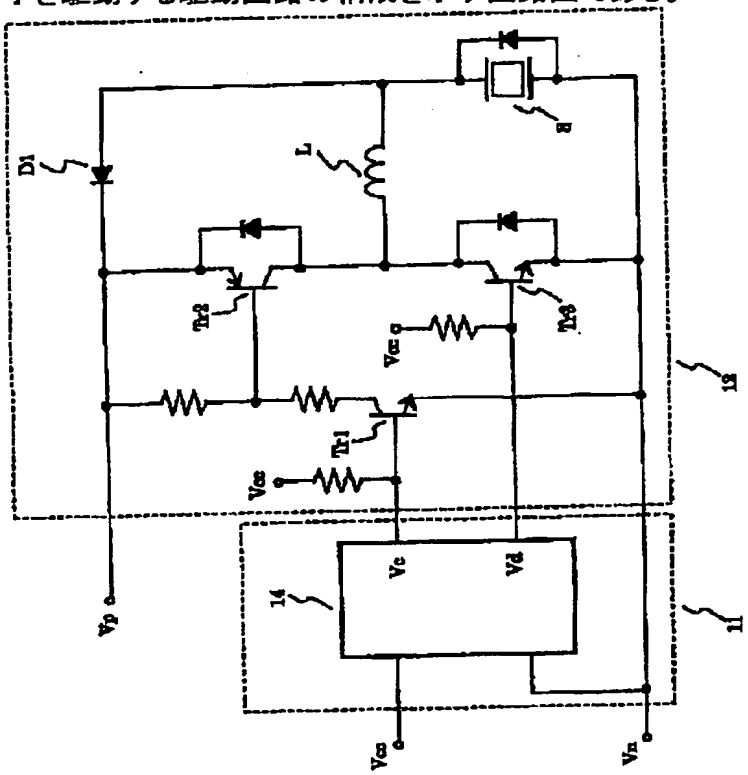
【図4】実施形態2の固体高分子型燃料電池のセル構造を示す模式図である。



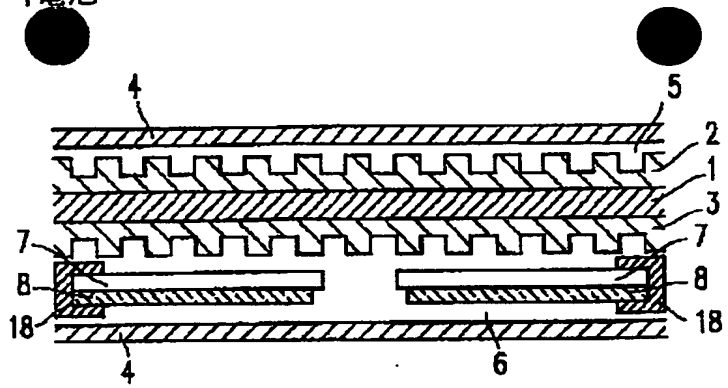
【図1】実施形態1の固体高分子型燃料電池のセル構造を示す模式図である。



【図2】図1の圧電素子を駆動する駆動回路の構成を示す回路図である。



【図5】実施形態3の固体高分子型燃料電池のセル構造を示す模式図である。



【図6】従来の固体高分子型燃料電池のセル構造を示す模式図である。

